Pêches et Océans Canada | Fisheries and Oceans Canada
Sciences | Science
Région du Centre et d'Arctique et du Québec
Secrétariat canadien de consultation scientifique
Avis scientifique 2011/066

# AVIS SCIENTIFIQUE DÉCOULANT DE L'ÉVALUATION DU RISQUE D'INTRODUCTION, PAR LES NAVIRES, D'ESPÈCES AQUATIQUES NON INDIGÈNES DANS LES GRANDS LACS ET DANS LES EAUX DOUCES DU FLEUVE SAINT-LAURENT

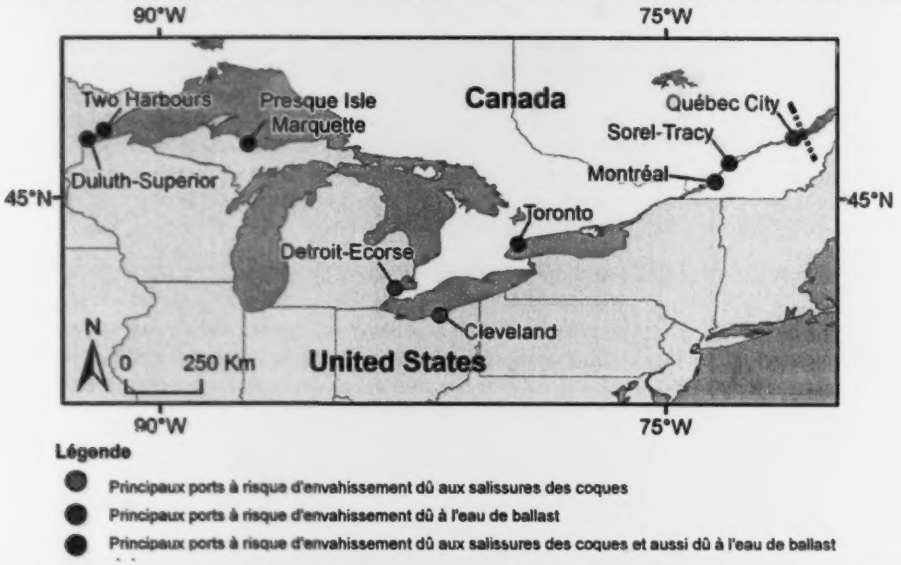


*Figure 1. Emplacement des principaux ports des Grands Lacs et du fleuve Saint-Laurent (GLFSL) selon le nombre d'arrivées de navires ou le volume d'eau de ballast déversé.*

## Contexte

*Transports Canada (Sécurité maritime) est chargé d'encadrer un programme d'application réglementaire qui établit des procédures en matière de transport maritime afin de réduire le risque de transfert d'espèces envahissantes par les navires. Le règlement actuel sur l'eau de ballast est en cours de révision et Transports Canada a demandé officiellement à Pêches et Océans Canada (MPO) de formuler un avis scientifique sur le niveau de risque posé par le vecteur que représente le transport maritime commercial dans les eaux canadiennes. Le Centre d'expertise pour l'analyse des risques aquatiques (CEARA) du MPO a établi des directives pour évaluer le risque biologique présenté par les espèces aquatiques envahissantes au Canada.*

*Le processus de consultation scientifique actuel a pour but d'évaluer le niveau de risque que posent les navires transitant par les ports dans les Grands Lacs et du fleuve Saint-Laurent (GLFSL) en regard de l'introduction d'espèces aquatiques envahissantes dans les eaux canadiennes; il a aussi pour but d'évaluer le niveau de risque lié aux activités de transport maritime intérieur.*

*Cet avis scientifique résulte de la rencontre nationale de Pêches et Océans Canada et du Secrétariat canadien de consultation scientifique (SCCS), tenue les 1er et 2 mars 2011 à Burlington (ON) pour traiter de l'évaluation du risque d'introduction d'espèces non indigènes (ENI) par les navires. Des publications additionnelles de cette rencontre seront mises en ligne dès que possible sur le Calendrier des avis scientifiques au http://www.dfo-mpo.gc.ca/csas-sccs/index-fra.htm.*

## SOMMAIRE


- Les ports en eau douce des Grands Lacs et du fleuve Saint-Laurent (GLFSL) sont fréquentés par des navires intérieurs et internationaux qui, potentiellement, transfèrent des espèces entre ces ports interreliés *via* deux vecteurs principaux : les salissures des coques et le déversement des eaux de ballast.
- L'introduction d'espèces non indigènes (ENI) peut potentiellement causer d'importants dommages écologiques, sociaux et économiques dans une région.
- Cette étude évalue le risque relatif de l'introduction d'espèces non indigènes (ENI) par les navires dans les ports de la zone des GLFSL; elle a été effectuée à partir des données de 2005 à 2007 en matière de transport maritime et de données récentes sur l'environnement.
- Montréal (QC), Québec (QC) et Duluth-Superior (MN-WI) sont désignés comme étant les ports de la zone des GLFSL montrant le plus haut risque en matière de conséquences environnementales advenant l'introduction d'ENI *via* les salissures des coques des navires.
- Duluth-Superior (MN-WI) est le port de la zone des GLFSL montrant le plus haut risque en matière de conséquences environnementales advenant l'introduction d'ENI *via* le déversement d'eau de ballast, tandis que les villes de Québec (QC) et de Montréal (QC) présentent un niveau de risque relatif intermédiaire.
- La quantification et l'étalonnage plus poussés du risque d'envahissement en regard d'espèces spécifiques et de caractéristiques particulières de sites devraient s'effectuer à l'aide d'un échantillonnage biologique des bateaux vecteurs.
- Les ports déterminés comme étant le plus à risque dans la zone des GLFSL par la présente évaluation devraient recevoir les priorités de recherches futures et d'activités de surveillance.
- Si les prévisions de circulation du transport maritime ou les conditions climatiques dans la zone des GLFSL changeaient, une réévaluation pourrait être requise.


## INTRODUCTION

C'est maintenant chose courante que d'entendre parler des effets négatifs que les espèces non indigènes (ENI) causent aux écosystèmes naturels. Les ENI représentent la deuxième plus grande cause de disparition d'espèces à l'échelle mondiale et la plus grande menace à la biodiversité des écosystèmes en eau douce. Selon les estimations, les coûts annuels directs et indirects des conséquences économiques à long terme des ENI pour l'industrie et la société au Canada oscillent entre 13,3 et 34,5 milliards de dollars.

Les individus fondateurs, qu'on nomme propagules, doivent d'abord arriver à un nouvel emplacement et doivent ensuite pouvoir survivre aux conditions environnementales de cette nouvelle région. Ils doivent survivre assez longtemps et en assez grand nombre pour se reproduire et s'établir dans la région. Ils pourront alors se répandre hors de la région colonisée localement et, par différents moyens, se propageront dans une région élargie. Le transport maritime a été identifié comme étant le plus important vecteur de transport d'espèces aquatiques non indigènes autour du monde.

L'eau est pompée à l'intérieur des réservoirs de ballast d'un navire afin de contrôler sa stabilité et son assiette de même que pour limiter les contraintes exercées sur la coque. Diverses communautés de plancton, présentes dans l'eau, sont pompées par inadvertance dans les réservoirs de ballast en même temps que l'eau. Rendus au port, les sédiments et les organismes présents dans les réservoirs peuvent se retrouver en suspension dans l'eau de ballast à la suite d'activités de transport. L'eau de ballast pourra ensuite être transportée vers un nouveau port, puis déversée, créant ainsi une occasion de rejet d'ENI.

Le type de navire, sa grosseur et les modèles d'activités commerciales influent sur les risques d'envahissement associés à un navire en particulier. Les navires marchands tels que les vraquiers et les navires-citernes sont grandement susceptibles de propager des ENI par leur eau de ballast, tandis que les navires qui ne déversent pas régulièrement leur ballast, comme les remorqueurs ou les navires de passagers, présentent un risque limité d'introduction *par* l'eau de ballast. Les navires transocéaniques ont été accusés d'être la principale voie d'introduction d'ENI puisqu'ils se déplacent entre ports distants, mais les navires intérieurs ou côtiers contribuent à la propagation secondaire d'ENI déjà établies dans une région.

Les salissures des coques font également en sorte que les activités de navigation deviennent un moyen de propagation d'ENI partout dans le monde. Les organismes sessiles, tels que les algues, les hydroïdes, les bryozoaires, les balans et autres bivalves peuvent former de denses colonies sur des surfaces sous-marines externes qui offrent un habitat structurel et de la protection pour des crustacés et autres taxons mobiles. Les salissures des coques contenant les taxons peuvent se détacher de la coque ou relâcher, n'importe où le long du trajet, des propagules en mesure de se reproduire.

Tout comme les eaux de ballast, les caractéristiques opérationnelles du navire et les trajets commerciaux influent sur le risque d'envahissement. Le risque d'envahissement augmente plus le temps de mouillage dans un port est long et plus le revêtement antisalissure s'est détérioré. Le risque diminue plus la vitesse du navire est élevée, car elle produit des forces de cisaillement qui enlèvent ou détruisent les organismes présents sur la coque. De plus, les trajets commerciaux peuvent influer sur le risque, puisque les navires circulant dans des environnements grandement variés, passant des eaux côtières de faible salinité à des eaux de mer euhalines (degré de salinité d'au moins 30), représentent un risque plus faible que ceux qui opèrent uniquement dans des environnements plus homogènes.

## Réglementation en matière de gestion de l'eau de ballast

Le renouvellement de l'eau de ballast (REB) est un procédé par lequel un navire renouvelle l'eau prise dans un port avec de l'eau prise en haute mer. On se base sur l'hypothèse que les taxons de haute mer relâchés lors d'un renouvellement d'eau de ballast ne survivront pas dans un environnement côtier ou en eau douce et représentent donc un faible risque d'envahissement. En 2000, le Canada a mis en vigueur la réglementation en matière de gestion de l'eau de ballast; cette réglementation exige que tous les navires, entrant et opérant au Canada, d'une longueur de plus de 50 m et ayant au moins 8 $m^3$ de capacité ballastique, procèdent à un renouvellement d'eau de ballast en mer. Voici quelques exceptions :

(i) les navires opérant exclusivement en eaux canadiennes;

(ii) les navires utilisés pour des services gouvernementaux non commerciaux;

(iii) les navires qui transportent uniquement des ballasts permanents dans des réservoirs scellés.

Afin de maximiser l'efficacité des REB, la méthode de vidange-remplissage doit remplacer au moins 95 % de l'eau de ballast dans les réservoirs, tandis que les navires procédant à un renouvellement par flux continu doivent pomper au moins trois volumes de réservoir dans chaque réservoir de ballast. L'eau de ballast renouvelée doit avoir une salinité finale de ≥ 30 ‰. Le REB doit s'effectuer à plus de 200 milles nautiques (370,4 km nautiques) du continent et le pompage, à plus de 2 000 m de profondeur. Si le navire ne transite pas par une zone de renouvellement appropriée, le Canada acceptera un renouvellement dans une zone alternative (≥ 50 milles n. [92,66 km n.] au large de la côte et pompage à ≥ 500 m de profondeur).

En 2006, une réglementation additionnelle a été mise en œuvre afin de réduire le risque d'envahissement posé par les organismes présents dans l'eau résiduelle ou dans les sédiments d'eau de ballast des réservoirs réputés être vides selon les normes industrielles. Ces réservoirs doivent maintenant être rincés avec de l'eau de haute mer pour que la salinité finale de ces eaux de ballast soit de ≥ 30 ‰. Les sédiments des ballasts doivent maintenant être surveillés et être éliminés dans une installation de réception.

Les études indiquent que le REB enlève physiquement de 80 à 100 % des organismes planctoniques côtiers et, ultérieurement, réduit le risque de présence d'ENI provenant d'eau douce ou d'une eau de faible salinité en causant un choc salin. Toutefois, selon les normes internationales proposées, le REB sera progressivement éliminé et remplacé par des systèmes de traitement des eaux de ballast à bord des navires, d'ici 2016. Il s'agira de systèmes utilisant des filtres, des biocides ou du chlore.

## Sujets de Préoccupation Particuliers

La région des Grands Lacs est, en Amérique du Nord, l'une des zones les plus diversifiées d'un point de vue écologique; une variété d'habitats uniques y abritent plus de 150 espèces de poissons et 50 communautés végétales indigènes. Le fleuve Saint-Laurent, composé de régions d'eau douce, d'eau salée et d'eau saumâtre, fait le lien entre les Grands Lacs et l'océan Atlantique. Des barrières naturelles ont interdit aux grands navires océaniques de le parcourir en entier jusqu'en 1959, année où une série d'écluses et de canaux étaient construits et que la Voie maritime du Saint-Laurent était inaugurée. Le plus important problème environnemental menaçant les Grands Lacs est l'établissement d'espèces aquatiques non indigènes dans ses eaux. Au moins 182 espèces aquatiques non indigènes se sont établies dans la zone de GLFSL, ce qui fait de ce système l'un des plus envahis au monde. Les modes d'invasion ont changé au fil du temps avec l'évolution de la Voie maritime et l'apparition de nouveaux vecteurs de propagation; environ 55 à 70 % des espèces aquatiques non indigènes établies, introduites après l'ouverture de la Voie maritime, sont attribuables aux rejets d'eau de ballast.

Alors qu'un bon nombre d'espèces aquatiques non indigènes établies sont des espèces étrangères ayant voyagé sur des navires internationaux, neuf espèces établies dans les Grands Lacs sont originaires de rivières de la côte est de l'Amérique du Nord. De plus, treize espèces, d'abord introduites dans le fleuve Saint-Laurent, ont par la suite envahi les Grands Lacs, indiquant que la circulation de navires intérieurs peut aussi être une importante voie de nouvelles introductions ou de propagation secondaire d'ENI. Les opérations de transport maritime intérieur comptent pour environ 95 % des déversements d'eau de ballast dans la zone des GLFSL (68 millions de tonnes). Les ports nationaux peuvent agir comme sources de nouvelles ENI si des espèces, indigènes à un port source, ne sont pas indigènes au port de réception; ils peuvent également servir de tremplin si des ENI initialement introduites (peu importe le vecteur) s'établissent dans ces ports.

Dans la zone des GLFSL, on a peu porté attention aux salissures des coques, car elles représentent un vecteur viable pour moins de 3 % des espèces aquatiques indigènes établies; toutefois, depuis 2008, une interdiction d'utiliser sur les coques une peinture au tributylétain, très efficace, mais aussi très toxique, pourrait avoir pour conséquence d'augmenter le risque de propagation. Une étude récente suggérait que les salissures des coques étaient un vecteur négligeable pour les nouvelles introductions d'ENI puisque les navires internationaux doivent naviguer en mer où le taux de salinité est très élevé *avant d'arriver* aux Grands Lacs. Les espèces non indigènes d'eau douce seraient détruites, alors que les organismes côtiers et marins les plus susceptibles de survivre au voyage ne résisteraient pas à l'eau douce de la zone de GLFSL. Les salissures des coques peuvent cependant être un important vecteur pour la propagation secondaire d'ENI d'eau douce établies dans la zone des GLFSL *via* les navires intérieurs qui ne s'aventurent pas dans les eaux de grande salinité.

## ÉVALUATION DES RISQUES

Dans le cadre de cette analyse, la zone des GLFSL était définie comme l'ensemble des ports en eau douce dans les cinq Grands Lacs (Supérieur, Michigan, Huron, Érié et Ontario) et le long du Saint-Laurent (à l'ouest de la ville de Québec, inclusivement). Les activités de transport maritime au cours de 2005-2007 (ou un sous-groupe de données représentant au moins 12 mois) ont été utilisées pour évaluer le risque que des espèces soient transportées par les eaux de ballast et par les salissures des coques. L'information sur le type de navire, sur l'état des eaux de ballast et sur le volume d'eau déversé dans un port particulier de la zone des GLFSL a été combinée aux données en matière de conditions environnementales des ports canadiens et des ports internationaux directement reliés aux principaux ports de la zone des GLFSL afin d'estimer les probabilités relatives d'introduction. Les données au sujet du nombre d'ENI à fort impact présentes dans les ports reliés ont été utilisées pour déterminer les conséquences potentielles advenant une introduction. La probabilité d'une introduction d'ENI et l'ampleur de ses conséquences ont été subséquemment combinées pour déterminer le risque relatif final d'envahissement dans les principaux ports de la zone des GLFSL.

### Sources d'information et catégories de navires

Plusieurs sources de données ont été utilisées, incluant notamment le Système d'information sur la navigation maritime de la Garde côtière canadienne, la base de données sur les eaux de ballast de Transports Canada, la *U.S. National Ballast Information Clearinghouse*, la *U.S. Coast Guard's National Vessel Movement Centre* et l'article de Rup et al. (2010), afin d'obtenir les inscriptions d'arrivée et de départ et les renseignements sur les opérations de manutention de la cargaison et de vidange de ballast dans le port, pour tous les navires commerciaux opérant dans les ports canadiens et étatsuniens de la zone des GLFSL. Puisque les données étatsuniennes n'étaient disponibles que pour les navires marchands, cette analyse ne tient pas compte des navires non marchands. Les données sur le transport maritime ont été classées par port, par mois d'arrivée et par région d'opération (lacquier, intérieur côtier et international) (Tableau 1).

*Tableau 1. Système de classification des navires basée sur la région d'opération et sur le type de navires (définitions et exemples inclus).*

| Classification des navires | Définition/exemple |
|---|---|
| **Région d'opération** | |
| Lacquiers | Navires opérant uniquement dans la zone des GLFSL pendant la période de l'étude et qui ne sont pas obligés de procéder à un renouvellement ou une vidange des eaux de ballast. |
| Intérieurs côtiers | Navires opérant uniquement dans la Zone économique exclusive canadienne (ZEE) pendant la période de l'étude et qui ne sont pas obligés de procéder à un renouvellement ou à une vidange de l'eau de ballast. |
| Internationaux | Navires qui opèrent à l'extérieur de la ZEE canadienne pendant au moins une partie de la période d'étude et qui sont requis de procéder à un renouvellement ou à une vidange de l'eau de ballast avant d'entrer dans la ZEE canadienne; certains navires vont déplacer l'eau de ballast intérieure (renouvellement ou vidange non requis) lors de voyages subséquents dans la ZEE. |
| **Type de navire** | |
| Marchand | Vraquiers, navires-citernes, navires de charge générale et navires-rouliers |

La base de données des espèces marines envahissantes de Conservation de la nature (Molnar et al. 2008) contient une liste d'espèces envahissantes et elle les classe par région géographique, selon leur voie potentielle de propagation (c.-à-d. par les salissures des coques ou par l'eau de ballast) et l'effet anticipé sur les écosystèmes envahis. Les ENI à fort impact sont définies comme étant celles qui non seulement perturbent de multiples espèces et la fonction de l'écosystème ou son espèce clé, mais qui menacent aussi les espèces. La base de données sur les espèces marines envahissantes se limite aux écorégions côtières, alors nous avons créé une écorégion intérieure pour la zone des GLFSL en utilisant les mêmes critères que ceux de Molnar et al. (2008) regroupant les 182 ENI établies, présentes sur la liste du *Great Lakes Aquatic Nonindigenous Species Information System* (Système d'information pour les espèces aquatiques non indigènes des Grands-Lacs [disponible en anglais au http://www.glerl.noaa.gov/res/Programs/ glansis/glansis.html])

## Détermination du risque d'envahissement lié aux salissures des coques

Le risque relatif d'invasion *via* les salissures des coques a été estimé en suivant les étapes indiquées ci-dessous.

1. PROBABILITÉ DE SURVIE : puisque les recherches mondiales indiquent que les salissures des coques représentent un important vecteur affectant les ports marins côtiers, mais non les ports en eau douce, la probabilité de survie des propagules dans les ports récepteurs situés dans la zone des GLFSL était estimée comme minimale si le port était en eau douce et maximale si le port était en eau salée ou saumâtre; toutefois, la probabilité de survie des propagules était la plus haute sur des navires opérant exclusivement dans la zone des GLFSL, car les organismes présents dans les salissures des coques proviendraient d'une eau douce et ne seraient pas exposés à l'eau salée. Cet estimé comporte un niveau modéré d'incertitude apportée par la variation de la salinité, à la fois dans le temps et dans l'espace pour un port en particulier, et causée aussi par d'autres variables physiques, telles que le pH, l'oxygène dissous ou la profondeur, et des facteurs biologiques tels que les interactions entre les espèces; ces variables et ces facteurs modifient le taux de survie, mais ils ne pouvaient

être traités compte tenu du large éventail de combinaisons exigences/espèces dans la présente évaluation de risque selon le mode d'introduction.

2. PROBABILITÉ DE SURVIE : puisque les recherches mondiales indiquent que les salissures des coques représentent un important vecteur affectant les ports marins côtiers, mais non les ports en eau douce, la probabilité de survie des propagules dans les ports récepteurs situés dans GLFSL était estimée minimale si le port récepteur était en eau douce et maximale si le port était en eau salée ou saumâtre. Cet estimé comporte un niveau modéré d'incertitude apportée par la variation de la salinité, à la fois dans le temps et dans l'espace pour un port en particulier, et une incertitude causée aussi par d'autres variables physiques, telles que le pH, l'oxygène dissous ou la profondeur, et des facteurs biologiques tels que les interactions entre les espèces; ces variables et ces facteurs modifient le taux de survie, mais ils ne pouvaient être traités compte tenu du large éventail de combinaisons exigences/espèces dans la présente évaluation du risque selon le mode d'introduction.
3. PROBABILITÉ D'INTRODUCTION : les probabilités en matière d'arrivée et de survie ont été combinées pour déterminer la probabilité d'introduction. Puisque l'établissement d'ENI requiert à la fois l'arrivée et la survie; la plus petite probabilité a donc été retenue comme probabilité d'introduction. Le plus haut niveau d'incertitude a été retenu pour cet estimé.
4. AMPLEUR DES CONSÉQUENCES POTENTIELLES : une liste des ENI à fort impact établies dans tous les ports sources interreliés a été utilisée pour estimer l'ampleur des conséquences potentielles, en supposant que la présence dans un port d'un plus grand nombre d'ENI à fort impact et ayant un potentiel d'introduction aurait pour résultat un plus grand impact général sur ce port. Puisque les données sur les espèces à fort impact sont disponibles pour des écorégions plutôt que pour des ports en particulier et qu'il est difficile de prévoir les effets des ENI introduites dans de nouveaux emplacements, le niveau d'incertitude associé à cet estimé est modéré.
5. RISQUE RELATIF : la probabilité d'introduction a été combinée à l'ampleur des conséquences potentielle en utilisant une matrice de risque (Tableau 2) pour déterminer le niveau de risque relatif posé à chacun des ports par le vecteur de salissures des coques. Le plus haut niveau d'incertitude associé aux deux composants-intrants a été retenu.

*Tableau 2 L'approche mixte, symétrique et approximative, utilisée pour combiner les probabilités d'introduction et l'ampleur de l'impact potentiel dans la détermination du risque final d'envahissement à chacun des principaux ports des GLFSL, pour chaque catégorie de navires. Cinq niveaux de probabilité et d'effet, allant du plus bas (bleu) au plus élevé (rouge) sont combinés pour évaluer un risque final d'envahissement allant du plus bas niveau (vert) au plus élevé (orange).*

**Probabilité d'introduction**

| Ampleur de l'effet potentiel | | | Intermédiaire | Élevée | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | |
| Fort | | | | | |
| Intermédiaire | | | | | |
| Faible | | | | | |
| Très faible | | | | | |

6. PROPAGATION SECONDAIRE : Une mesure additionnelle, nommée propagation potentielle par les navires, a été déterminée pour classer le potentiel d'un port d'agir comme tremplin pour les envahisseurs (interrégionaux) *transportés* dans les salissures des coques. En supposant que chaque navire intérieur se présentant dans un port GLFSL partira ensuite en direction d'un autre port canadien, le nombre d'arrivées de navires intérieur a été estimé pour son potentiel de propagation secondaire. Puisque cet estimé ne tient compte que d'un vecteur potentiel de propagation parmi plusieurs autres et qu'il mesure un risque national plutôt que portuaire, il n'a pas été inclus dans le calcul du risque relatif.

## Détermination du risque d'envahissement lié à l'eau de ballast

Le risque relatif lié aux eaux de ballast auquel les ports de la zone des GLFSL sont exposés a été évalué en suivant les étapes mentionnées ci-dessous

1. PROBABILITÉ D'ARRIVÉE : le volume d'eau de ballast déversé a été utilisé pour estimer le nombre de propagules introduites dans un port par l'eau de ballast, tout en reconnaissant que le volume d'eau de ballast déversé n'est pas une mesure directe de la probabilité d'arrivée. Des facteurs de correction ont été utilisés pour tenir compte du nombre moindre de propagules dans les eaux de ballast renouvelées. On a supposé que l'eau de ballast provenait du dernier port d'escale lorsque les données n'étaient pas disponibles. Cet estimé comporte une incertitude faible. À cause du grand nombre de ports dans la région et des contraintes de temps et de ressources pour effectuer l'évaluation de risque, seulement les trois principaux ports, pour chaque catégorie de navire, feront l'objet d'une évaluation plus poussée et considérée comme prioritaire.
2. PROBABILITÉ DE SURVIE : les facteurs physiques fondamentaux affectant la survie et la reproduction d'organismes aquatiques sont la température et la salinité. Ces facteurs ont été utilisés pour calculer un degré de similarité des environnements (SE) pour chaque paire de ports (source/récepteur). Le SE moyen de tous les ports directement interreliés à chaque port principal a été utilisé comme une mesure de probabilité de survie dans chaque port. Cet estimé comporte un niveau modéré d'incertitude, car d'autres variables physiques, telles que le pH, l'oxygène dissous ou la profondeur, et des facteurs biologiques tels que les interactions entre les espèces modifient le taux de survie, mais ils n'ont pu être traités compte tenu du large éventail de combinaisons exigences/espèces dans la présente évaluation des risques selon les modes d'introductions.
3. PROBABILITÉ D'INTRODUCTION : les probabilités en matière d'arrivée et de survie ont été combinées pour déterminer la probabilité d'introduction. Puisque l'établissement des ENI requiert à la fois l'arrivée et la survie; la plus petite probabilité a donc été retenue comme probabilité d'introduction. Le plus haut niveau d'incertitude a été retenu pour cet estimé.
4. AMPLEUR DES CONSÉQUENCES POTENTIELLES : une liste des ENI à fort impact établies dans tous les ports sources interreliés a été utilisée pour estimer l'ampleur des conséquences potentielles, en supposant que la présence dans un port d'un plus grand nombre d'ENI à fort impact et ayant un potentiel d'introduction aurait pour résultat un plus grand impact général sur ce port. Puisque les données sur les espèces à fort impact étaient disponibles pour des écorégions plutôt que pour des ports en particulier et qu'il est difficile de prévoir les effets des ENI introduites dans de nouveaux emplacements, le niveau d'incertitude associé à cet estimé est modéré.

5. RISQUE RELATIF : la probabilité d'introduction a été combinée à l'ampleur des conséquences potentielle en utilisant une matrice de risque (Tableau 2) pour déterminer le niveau de risque relatif posé à chacun des ports par le vecteur de salissures des coques. Le plus haut niveau d'incertitude associée aux deux composants-intrants a été retenu.
6. PROPAGATION SECONDAIRE : une mesure additionnelle, nommée propagation potentielle par les navires, a été déterminée pour classer le potentiel d'un port d'agir comme tremplin pour les envahisseurs (interrégionaux) *transportés* dans les salissures des coques. En supposant que chaque navire intérieur qui aura rempli ses ballasts dans un port GLFSL déversera ensuite ses eaux dans un autre port canadien, le nombre de prises d'eau de ballast a été estimé pour son potentiel de propagation secondaire. puisque cet estimé ne tient compte que d'un vecteur potentiel de propagation, parmi beaucoup d'autres, et qu'il s'applique à une région plutôt qu'à un port, il n'a pas été inclus dans le calcul du risque relatif.

## Résultats

Les résultats de l'évaluation des risques liés aux salissures des coques en matière de risque relatif d'envahissement dans les principaux ports de la zone des GLFSL et de risque de propagation potentielle à partir de ces principaux ports sont présentés dans les tableaux 3 et 4. Les résultats de l'évaluation des risques liés aux eaux de ballast pour les principaux ports de la zone des GLFSL sont présentés dans les tableaux 5 et 6.

*Tableau 3. Le risque relatif d'envahissement dans les principaux ports des GLFSL via les salissures des coques, par catégorie de navire; es niveaux d'incertitude sont indiques, entre crochets, sous l'en-tête de chaque colonne.*

| | **P(Introduction)** (modéré) | **Ampleur des conséquences** (modéré) | **Risque d'envahissement** (modéré) |
|---|---|---|---|
| **Principaux ports d'arrivée pour les navires marchands internationaux** | | | |
| Montreal, QC | Très faible | Très forte | Intermédiaire |
| Quebec City, QC | Très faible | Forte | Intermédiaire |
| Sorel-Tracy, QC | Très faible | Intermédiaire | Faible |
| **Principaux ports d'arrivée pour les navires marchands intérieurs côtiers** | | | |
| Montreal, QC | Très faible | Très faible | Faible |
| Quebec City, QC | Très faible | Très faible | Faible |
| Sorel-Tracy, QC | Très faible | Très faible | Faible |
| **Principaux ports d'arrivée pour les lacquiers marchands** | | | |
| Duluth-Superior, MN-WI | Forte | Très faible | Intermédiaire |
| Detroit-Ecorse, MI | Intermédiaire | Très faible | Faible |
| Cleveland, OH | Faible | Faible | Faible |

*Tableau 4. Statistiques sur les navires intérieurs côtiers et les lacquiers quittant les principaux ports de la zone des GLFSL; utilisées comme mesure de propagation secondaire potentielle due aux salissures des coques.*

| | Nombre annuel de départs | P(étendue) |
|---|---|---|
| **Principaux ports d'arrivée pour les navires marchands internationaux** | | |
| Montreal, QC | 291 | Faible |
| Quebec City, QC | 278 | Faible |
| Sorel-Tracy, QC | 145 | Très faible |
| **Principaux ports d'arrivée pour les navires marchands intérieurs côtiers** | | |
| Montreal, QC | 291 | Faible |
| Quebec City, QC | 278 | Faible |
| Sorel-Tracy, QC | 145 | Très faible |
| **Principaux ports pour les lacquiers marchands** | | |
| Duluth-Superior, MN-WI | 749 | Très forte |
| Detroit-Ecorse, MI | 512 | Forte |
| Cleveland, OH | 369 | Intermédiaire |

*Tableau 5. Le risque relatif d'envahissement d'ENI dans les principaux ports des GLFSL via l'eau de ballast, par catégorie de navire; les niveaux d'incertitude sont indiqués, entre crochets, sous l'en-tête de chaque colonne*

| | P(Introduction) (modéré) | Ampleur des conséquences (modéré) | Risque d'envahissement (modéré) |
|---|---|---|---|
| **Principaux ports où les navires marchands internationaux déversent leur eau de ballast.** | | | |
| Montreal, QC | Très faible | Forte | Intermédiaire |
| Quebec City, QC | Très faible | Intermédiaire | Faible |
| Sorel-Tracy, QC | Très faible | Très forte | Faible Intermédiaire |
| **Principaux ports où les navires marchands intérieurs côtiers déversent leur eau de ballast.** | | | |
| Montreal, QC | Très faible | Très faible | Faible |
| Quebec City, QC | Très faible | Très faible | Faible |
| Sorel-Tracy, QC | Très faible | Très faible | Faible |
| **Principaux ports où lacquiers marchands déversent leurs eaux de ballast.** | | | |
| Duluth-Superior, MN-WI | Très forte | Intermédiaire | Forte |
| Detroit-Ecorse, MI | Faible | Faible | Faible |
| Cleveland, OH | Très faible | Faible | Faible |

*Tableau 6. Statistiques sur la prise d'eau de ballast par les navires intérieurs côtiers et les lacquiers dans les principaux ports de la zone des GLFSL; utilisées comme mesure de propagation secondaire potentielle due aux eaux de ballast.*

| | Nombre de prises d'eau de ballast sur une base annuelle | P(étendue) |
|---|---|---|
| **Top ports for international merchant vessels** | | |
| Montreal, QC | 138 | Forte |
| Quebec City, QC | 119 | Intermédiaire |
| Sorel-Tracy, QC | 212 | Très forte |
| **Top ports for coastal domestic merchant vessels** | | |
| Montreal, QC | 138 | Forte |
| Quebec City, QC | 212 | Très Forte |
| Sorel-Tracy, QC | 93 | Intermédiaire |
| **Principaux ports pour les lacquiers marchands** | | |
| Duluth-Superior, MN-WI | 44 | Faible |
| Detroit-Ecorse, MI | 1 | Très faible |
| Cleveland, OH | 27 | Très faible |

## Sources d'incertitude

Les évaluations du risque présenté par une voie d'entrée doivent tenir compte d'une très grande variété d'espèces transportées au fil du temps, beaucoup d'entre elles étant par ailleurs inconnues. De ce fait, une plus grande confiance est accordée aux méthodes plus généralisées qui ont un niveau d'incertitude inhérent.

Le nombre d'arrivée de navires et le volume d'eau de ballast déversé ont été utilisés comme représentation approximative des mesures de probabilité d'arrivée. Bien que ces mesures soient largement utilisées dans les ouvrages scientifiques, elles ne sont pas des mesures directes de la disponibilité de propagules, et leur utilisation ajoute un niveau d'incertitude à l'évaluation.

Les attributs d'un port en particulier, incluant notamment les conditions environnementales (température et salinité) et la composition des espèces, varient à la fois dans le temps et dans l'espace et ne sont pas bien documentés à l'échelle mondiale, ce qui représente une autre source importante d'incertitude.

L'évaluation de risque a utilisé cinq catégories décrivant les probabilités et les niveaux de risque, sur le postulat d'une relation linéaire; ceci est cohérent avec la théorie de l'envahissement, mais n'est pas quantifié.

## CONCLUSIONS

Les ports en eau douce des Grands Lacs et du fleuve Saint-Laurent (GLFSL) ont des liens avec les ports intérieurs côtiers et les ports internationaux, ce qui permet le transfert potentiel des espèces entre ces ports interreliés *via* deux vecteurs principaux : les salissures des coques et les déversements d'eau de ballast.

Plus de 90 % des navires entrants ainsi que l'eau de ballast déversée étaient d'origine canadienne, qualifiant donc les navires intérieurs de plus important mécanisme de transport (propagation secondaire) des espèces non indigènes (ENI) dans la zone des GLFSL.

Montréal (QC), Québec (QC) et Duluth-Superior (MN-WI) sont désignés comme étant les ports de la zone des GLFSL montrant le plus haut risque en matière de conséquences environnementales advenant l'introduction d'ENI *via* les salissures des coques des navires. Duluth-Superior (MN-WI) est le port de la zone des GLFSL montrant le plus haut risque relatif en matière de conséquences environnementales advenant l'introduction d'ENI via le déversement d'eau de ballast tandis que les villes de Québec (QC) et de Montréal (QC) présentent un niveau de risque relatif intermédiaire.

Burns Harbour (IN), Nanticoke (ON), et St. Clair (MI) sont les plus importantes sources potentielles d'ENI transportées dans les eaux de ballast pour Duluth-Superior à cause de l'importance de la biomasse avec propagules et de la similarité environnementale de ces lieux.

Les auteurs recommandent l'échantillonnage biologique des bateaux vecteurs et des habitats des ports récepteurs pour quantifier ou étalonner le risque d'envahissement en regard d'espèces précises et de caractéristiques particulières de sites. Les ports déterminés comme

étant le plus à risque par la présente évaluation devraient recevoir les priorités de recherches futures.

## AUTRES CONSIDÉRATIONS

L'évaluation de risque de cette voie a été basée sur des données de navigation entre 2005 et 2007 et sur des données environnementales récentes, représentant seulement un aperçu dans le temps. Si les prévisions de circulation du transport maritime ou les conditions climatiques dans les GLFSL changeaient, une réévaluation pourrait être requise.

Le système de classement utilisé dans cette évaluation de risques est relatif, accordant une priorité aux ports de la zone des GLFSL. Les ports considérés comme ayant un plus grand risque dans cette étude peuvent ne pas être à haut risque à l'échelle nationale si, par exemple, l'achalandage de navigation internationale est plutôt bas dans la région. De plus, la formulation d'un niveau acceptable de risque revient aux gestionnaires de risque et aux parties prenantes.

## SOURCES DE RENSEIGNEMENTS

Le présent avis scientifique découle de la réunion de consultation scientifique nationale du 1 au 2 mars 2011 sur l'Évaluation du risque d'introduction d'espèces aquatiques non indigènes par les navires dans les Grands Lacs et l'Arctique canadien du Secrétariat canadien de consultation scientifique de Pêches et Océans Canada. Toute autre publication découlant de ce processus sera publiée lorsqu'elle sera disponible sur le calendrier des avis scientifiques du secteur des Sciences du MPO à l'adresse suivante : http://www.dfo-mpo.gc.ca/csas-sccs/index-fra.htm.

Bailey, S.A., Chan, F.T., Ellis, S.N., Bronnenhuber, J.E., Bradie, J.N., and Simard, N.. 2011. Risk Assessment for ship-mediated introductions of aquatic nonindigenous species to the Great Lakes and freshwater St. Lawrence River. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2011/104. vi + 220 p.

Molnar, J.L., Gamboa, R.L., Revenga, C., and Spalding, M.D. 2008. Assessing the global threat of invasive species to marine biodiversity. Front. Ecol. Environ. 6(9):485-492.

MPO. 2011. Compte rendu de l'examen mené par les pairs du SCCS sur l'évaluation du risque d'introduction d'espèces aquatiques non indigènes par les navires dans les Grands Lacs et l'Arctique canadien; Du 1 au 2 mars 2011. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Compte rendu 2011/056.

Rup, M.P., Bailey, S.A., Wiley, C.J., Minton, M.S., Whitman Miller, A., Ruiz, G.M., and MacIsaac, H.J. 2010. Domestic ballast operations on the Great Lakes: Potential importance of Lakers as a vector for introduction and spread of nonindigenous species. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 67:256-268.

## POUR DE PLUS AMPLES RENSEIGNEMENTS

Communiquer avec : Sarah Bailey
Fisheries and Oceans Canada
Great Lakes Laboratory for Fisheries and Aquatic Sciences
867 Lakeshore Rd. Burlington ON L7R 4A6

Téléphone : (905) 336-6425
Télécopieur : (905) 336-6437
Courriel : sarah.bailey@dfo-mpo.gc.ca

Ce rapport est disponible auprès du :

Centre des avis scientifiques (CAS)
Région du Centre et l'Arctique
Pêches et Océans Canada
501 University Crescent
Winnipeg, Manitoba
R3T 2N6

Telephone:(204) 983-5131
Fax: (204) 984-2403
E-Mail: xcna-csa-cas@dfo-mpo.gc.ca
Internet address: www.dfo-mpo.gc.ca/csas

ISSN 1919-5109 (Imprimé)
ISSN 1919-5117 (En ligne)
© Sa Majesté la Reine du Chef du Canada, 2012

*An English version is available upon request at the above address.*

## LA PRÉSENTE PUBLICATION DOIT ÊTRE CITÉE COMME SUIT :

MPO. 2012. Avis scientifique découlant de l'évaluation du risque d'introduction, par les navires, d'espèces aquatiques non indigènes dans les Grands Lacs et dans les eaux douces du fleuve Saint-Laurent. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis. Sci. 2011/066.